

# Working Paper

Entwicklung der Effort Sharing Emissionen nach Sektoren in  
Deutschland

Öko-Institut Working Paper 5/2018

Sabine Gores, Lorenz Moosmann



**Öko-Institut e.V. / Oeko-Institut e.V.**  
**Geschäftsstelle Freiburg / Freiburg Head Office**

Postfach / P.O. Box 17 71  
79017 Freiburg. Deutschland / Germany  
Tel.: +49 761 45295-0  
Fax: +49 761 45295-288

**Büro Darmstadt / Darmstadt Office**

Rheinstraße 95  
64295 Darmstadt. Deutschland / Germany  
Tel.: +49 6151 8191-0  
Fax: +49 6151 8191-133

**Büro Berlin / Berlin Office**

Schicklerstraße 5-7  
10179 Berlin. Deutschland / Germany  
Tel.: +49 30 405085-0  
Fax: +49 30 405085-388

[info@oeko.de](mailto:info@oeko.de)  
[www.oeko.de](http://www.oeko.de)

## Working Paper

### Entwicklung der Effort Sharing Emissionen nach Sektoren in Deutschland

Sabine Gores, Lorenz Moosmann

Working Paper 5/2018 Öko-Institut e.V. / Oeko-Institut e.V.

11/2018

Download: [www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/WP-ESD-Trends.pdf](http://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/WP-ESD-Trends.pdf)



Dieses Werk bzw. Inhalt steht unter einer Creative Commons Namensnennung, Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 Lizenz. Öko-Institut e.V. 2018

This work is licensed under Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0. Oeko-Institut e.V. 2018

Die Working Paper Series des Öko-Instituts ist eine Sammlung wissenschaftlicher Beiträge aus der Forschungsarbeit des Öko-Instituts e.V. Sie präsentieren und diskutieren innovative Ansätze und Positionen der aktuellen Nachhaltigkeitsforschung. Die Serie ist offen für Arbeiten von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus anderen Forschungseinrichtungen. Die einzelnen Working Paper entstehen in einem sorgfältigen wissenschaftlichen Prozess ohne externes Peer Review. Oeko-Institut's Working Paper Series is a collection of research articles written within the scope of the institute's research activities. The articles present and discuss innovative approaches and positions of current sustainability research. The series is open to work from researchers of other institutions. The Working Papers are produced in a scrupulous scientific process without external peer reviews.



## Zusammenfassung

In diesem Papier wird die Entwicklung der Emissionen unter dem Europäischen Emissionshandelssystem (ETS) und der Effort-Sharing Gesetzgebung für Deutschland vergleichend für die Jahre 2005-2030 betrachtet. Während die ETS-Emissionen in den Jahren 2005 bis 2017 in Deutschland um 16 % gesunken sind, liegen mit den vorläufigen Inventardaten für das Jahr 2017 die Emissionen im Effort-Sharing Bereich nur um 1 % niedriger als im Jahr 2005. Der Bericht basiert auf einer Aufteilung der ETS und Effort Sharing Emissionen nach den Kategorien der Treibhausgasinventare. Dabei wird die Emissionsentwicklung in den einzelnen Effort Sharing-Sektoren detailliert dargestellt, um Ansatzpunkte für geeignete Reduktionsmaßnahmen zu bestimmen. Dabei wird deutlich, dass die geringe Emissionsreduktion zwischen den Jahren 2005 und 2017 im Effort Sharing-Bereich nicht allein auf dem Emissionsanstieg im Verkehrssektor beruht, sondern außerdem ein noch stärkerer Anstieg der Emissionen in den nicht durch den ETS erfassten Bereichen der Energiewirtschaft und der Industrieprozesse zu beobachten ist. Die qualitative Betrachtung der absehbaren zukünftigen Trends lässt einen möglichen weiteren Anstieg der nicht vom ETS erfassten Industrie und Energie-Emissionen erwarten.

In einem weiteren Schritt werden die sektoralen Entwicklungen in den Nachbarländern betrachtet, wobei anschließend ein besonderes Augenmerk auf die Bereiche und Länder gelegt wird, die im Gegensatz zu Deutschland Emissionsreduktionen erreichen konnten.

Geeignete Maßnahmen sind unbedingt erforderlich, damit die Effort-Sharing-Emissionen in Deutschland nicht weiter steigen und aktiv auf einen Reduktionspfad gelenkt werden. Dies auch in Hinblick auf die Tatsache, dass Deutschland der größte Emittent von Effort-Sharing-Emissionen in der EU ist und damit maßgebliche Verantwortung zur Erreichung der EU-Ziele trägt.

## Abstract

In this paper the development of emissions from Germany covered under the European Emission Trading System (ETS) and under the Effort Sharing Legislation is analysed and compared for the years 2005 to 2030. While ETS emissions decreased by 16 % between 2005 and 2017 in Germany, emissions covered under the Effort Sharing Decision only decreased by 1 %, basing on approximated emission inventory data for 2017. The report is based on an allocation of ETS and Effort Sharing emissions to Greenhouse Gas inventory categories. A special focus lies on the sectoral developments of emissions under the Effort Sharing Legislation to indicate starting points for additional reduction measures. It becomes obvious that the small emission reduction of Effort Sharing emissions is not only the result of a slow progress in the transport sector. There is an even higher increase of emissions in the sectors of energy industries and industrial processes, which means in those sectors, which are mainly covered by the EU ETS. A qualitative analysis of latest information and the view on latest trends leads to the assumption that these emissions might increase even more in future years due to new developments.

Changes of sectoral Effort Sharing emissions in other European Member States are compared to those in Germany. A special attention lies on sectors and countries where emission reductions already have been achieved in contrary to the development in Germany.

Suitable policies and measures are urgently necessary to reduce Effort Sharing emissions in Germany and to return actively to a mitigation pathway. This is of special interest for the EU, because Germany is the main emitter of Effort Sharing emissions which implies a certain responsibility to contribute to the achievement of EU targets.



# Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b>	<b>5</b>
<b>Abstract</b>	<b>5</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>8</b>
<b>1. Einleitung und Zusammenfassung</b>	<b>9</b>
<b>2. Grundsätzliche Methodik</b>	<b>9</b>
<b>3. Entwicklung der Gesamtemissionen, im ETS- und im ESD-Bereich</b>	<b>10</b>
<b>4. Sektorale Emissionsentwicklung unter dem ETS und der ESD in Deutschland</b>	<b>15</b>
<b>5. Entwicklung der ESD-Sektoren in anderen Ländern</b>	<b>16</b>
<b>6. Fragen, die sich durch den Ländervergleich ergeben</b>	<b>20</b>
<b>6.1. Anreize im Verkehrsbereich in den Niederlanden und in Schweden</b>	<b>24</b>
<b>6.2. Anreize im Gebäudebereich in Frankreich, Schweden und Dänemark</b>	<b>25</b>
<b>6.3. Anreize/Faktoren in den Industriebereichen in UK, Schweden, Frankreich und in den Niederlanden</b>	<b>26</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>28</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1:	Treibhausgasemissionen 1990-2035	11
Abbildung 3-2:	ETS-Trend 2005-2030	12
Abbildung 3-3:	Effort Sharing Trends 2005-2030	12
Abbildung 3-4:	Effort Sharing Trends 2005-2030 mit zusammengefasstem Industrie-Sektor	13
Abbildung 3-5:	ETS-Anteile nach Sektoren	14
Abbildung 3-6:	ESD-Emissionen 2005 und 2016 nach Sektoren	14
Abbildung 4-1:	ETS-Trends in Deutschland nach Sektoren	15
Abbildung 4-2:	ESD-Trends in Deutschland nach Sektoren	15
Abbildung 5-1:	Änderungen der ESD-Emissionen im Abfallsektor (2017 ggü. 2005)	17
Abbildung 5-2:	Änderungen der ESD-Emissionen im Gebäudesektor (2017 ggü. 2005)	17
Abbildung 5-3:	Änderungen der ESD-Emissionen im Verkehrssektor (2017 ggü. 2005)	18
Abbildung 5-4:	Änderungen der ESD-Emissionen im Landwirtschaftssektor (2017 ggü. 2005)	18
Abbildung 5-5:	Änderungen der ESD-Emissionen im Industrie-Sektor, prozentual (2017 ggü. 2005)	19
Abbildung 5-6:	Änderungen der ESD-Emissionen im Industrie-Sektor, absolut (2017 ggü. 2005)	19
Abbildung 6-1:	ESD-Trends nach Sektoren im Vereinigten Königreich im Vergleich zu Deutschland	20
Abbildung 6-2:	ESD-Trends nach Sektoren in Schweden im Vergleich zu Deutschland	21
Abbildung 6-3:	ESD-Trends nach Sektoren in Frankreich im Vergleich zu Deutschland	22
Abbildung 6-4:	ESD-Trends nach Sektoren in den Niederlanden im Vergleich zu Deutschland	22
Abbildung 6-5:	ESD-Trends nach Sektoren in Österreich im Vergleich zu Deutschland	23
Abbildung 6-6:	ESD-Trends nach Sektoren in Polen im Vergleich zu Deutschland	23



## 1. Einleitung und Zusammenfassung

In diesem Papier wird die Entwicklung der deutschen Emissionen unter dem Europäischen Emissionshandelssystem (ETS) und der Effort-Sharing Gesetzgebung aufgeteilt nach Emissionssektoren für die Jahre 1990-2035 betrachtet. Mit der Effort Sharing Gesetzgebung wurden nationale Minderungsziele für die meisten Sektoren definiert, die nicht durch den ETS erfasst werden. Unter der Effort Sharing Decision (ESD) (EU 2009) wurden die Reduktionsziele für das Jahr 2020 festgelegt, unter der Effort Sharing Regulation (ESR) (EU 2018) die Ziele für das Jahr 2030. Der Bericht stellt die Emissionsentwicklung in den Effort-Sharing<sup>1</sup>-Sektoren detailliert dar, um Ansatzpunkte für geeignete Reduktionsmaßnahmen zu bestimmen.

Es wird deutlich, dass die geringe Emissionsreduktion zwischen den Jahren 2005 und 2017 im ESD-Bereich nicht allein auf dem Emissionsanstieg im Verkehrssektor beruht, wie allgemein bekannt, sondern außerdem ein noch stärkerer Anstieg der Emissionen in den nicht durch den ETS erfassten Bereichen der Energiewirtschaft und Industrieprozesse zu beobachten ist. Die qualitative Betrachtung der absehbaren zukünftigen Trends lässt einen möglichen weiteren Anstieg der nicht vom ETS erfassten Industrie-Emissionen erkennen, der nicht im letzten Projektionsbericht abgebildet wurde.

In einem weiteren Schritt werden die sektoralen Entwicklungen in den Nachbarländern betrachtet, wobei anschließend ein besonderes Augenmerk auf die Bereiche und Länder gelegt wird, die im Gegensatz zu Deutschland Emissionsreduktionen erreichen konnten.

Es wird deutlich, dass eine Trendumkehr im Bereich der ESD-Industrie, des Verkehrs und der Landwirtschaft erforderlich ist, alles drei Bereiche, in denen auch einige andere EU Mitgliedsstaaten Emissionszuwächse aufweisen. Geeignete Maßnahmen sind unbedingt erforderlich damit die Effort Sharing-Emissionen in Deutschland nicht weiter steigen und aktiv auf einen Reduktionspfad gelenkt werden. Allein das Einhalten der Zielpfade ermöglicht die Vermeidung des Zukaufs von Emissionsberechtigungen von anderen EU-Mitgliedsstaaten (s. dazu auch (Gores & Graichen 2018)). Auch ist die Emissionsreduktion in diesem Sektor erforderlich, um die national gesetzten Ziele in Deutschland nach dem Klimaschutzplan (BMUB 2016) zu erfüllen. Deutschland ist aber auch der größte Emittent von Effort Sharing-Emissionen in der EU und trägt damit maßgebliche Verantwortung zur Erreichung der Ziele der EU.

Die hier dargestellten Ergebnisse basieren auf den Arbeiten auf europäischer Ebene unter dem European Topic Centre on Air Pollution and Climate Change Mitigation (ETC/ACM) der Europäischen Umweltagentur (EEA) und stellen eine Sonderbetrachtung für Deutschland dar.

## 2. Grundsätzliche Methodik

Die Arbeiten erfolgten nach einer einheitlichen Methodik, die für alle Länder angewendet wurde. Dabei werden die aktuellen Treibhausgasinventare, die Kurzzeitprognose für 2017 („proxy“) und der Projektionsbericht aus dem Jahr 2017 verwendet<sup>2</sup>. Allein für Deutschland lagen Annahmen zu

---

<sup>1</sup> Der Einfachheit halber wird im Folgenden von ESD-Emissionen gesprochen, je nach Zeitraum sind aber auch die Emissionen unter der ESR gemeint.

<sup>2</sup> Für den Projektionsbericht von Deutschland wurde das Jahr 2014 als Referenzjahr genutzt, wobei das erste projektierte Jahr, das Jahr 2020 war. Deshalb wurde durch das ETC/ACM in Absprache mit Deutschland eine Abschätzung für das Jahr 2015 durchgeführt. Die Darstellung der Jahre 2015-2020 hier basiert auf diesen durchgeführten Anpassungen.

sektoralen ETS-ESD Emissionen 2005-2015 vor, die hier genutzt wurden<sup>3</sup>. Für alle anderen Länder wurden die ETS-Anteile aus den nationalen Projektionen für das Jahr 2015 als Ausgangsbasis verwendet.

Für 1990-2004 wurden die ETS- und ESD-Emissionen auf EU-Ebene durch Interpolation abgeschätzt und anschließend auf die Länder verteilt, wobei die Emissionsverläufe in den jeweiligen Treibhausgasinventaren berücksichtigt wurden. Die ETS-Emissionen auf Sektorebene wurden im nächsten Schritt so verteilt, dass sowohl die Gesamtemissionen der Länder (Total, ETS und ESD) als auch in der sektoralen EU-Aggregation getroffen wurden. Die ESD-Emissionen ergeben sich aus der Subtraktion der ETS-Emissionen von den Gesamtemissionen (abzüglich des nationalen Flugverkehrs im Verkehrssektor).

Das Ergebnis stellt eine Abschätzung der sektoralen ETS- und ESD-Emissionen in den Jahren 1990-2035 dar. Besonders die Jahre 1990-2004 sind natürlich wegen des Fehlens realer Gesamt-ETS und ESD-Emissionen mit hohen Unsicherheiten behaftet. Deshalb wird die Betrachtung im Folgenden auch auf den Zeitbereich 2005 bis 2030 reduziert.

Allerdings kann – insbesondere für Deutschland durch die Verfügbarkeit der nationalen Abschätzung im Projektionsbericht 2017 (Bundesregierung 2017) - die Betrachtung der sektoralen Trends 2005-2017 hilfreiche Hinweise geben, in welchen Sektoren Emissionsreduktionen und Steigerungen zu erkennen sind.

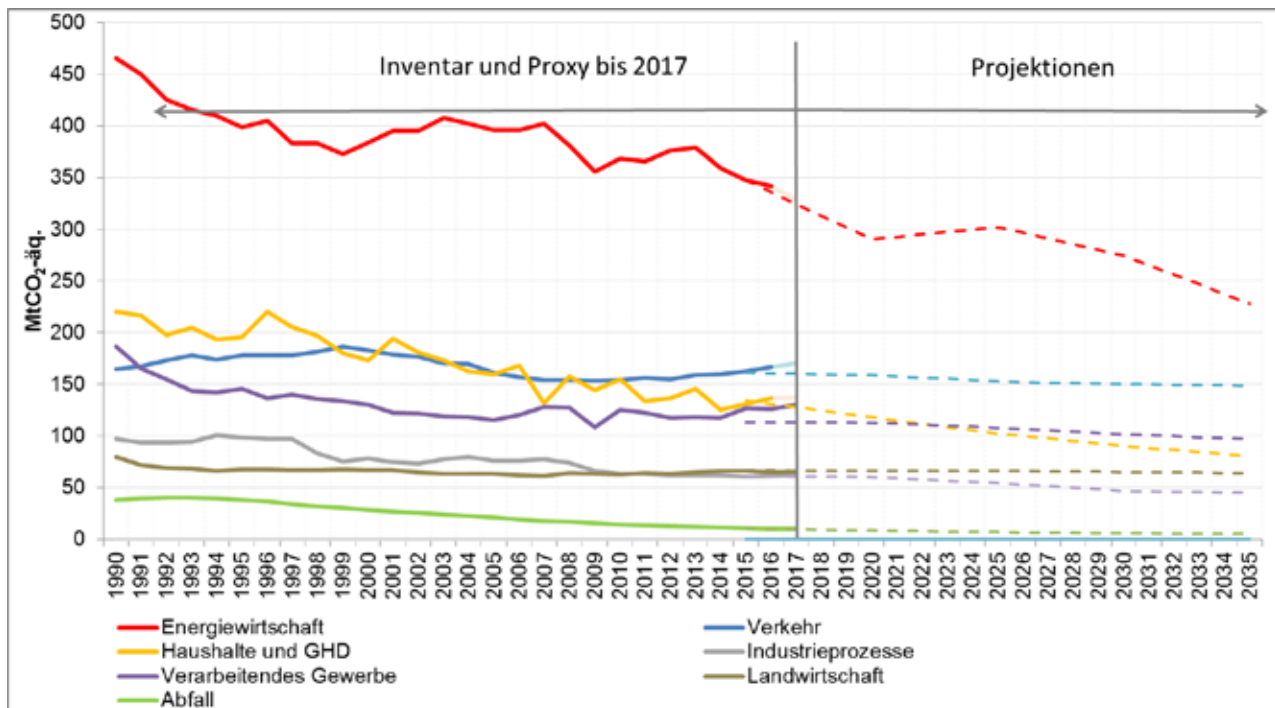
### 3. Entwicklung der Gesamtemissionen, im ETS- und im ESD-Bereich

Abbildung 3-1 gibt einen Überblick über die allgemeine Entwicklung der gesamten Treibhausgas-Emissionen 1990-2035 von Deutschland.

---

<sup>3</sup> Öko-Institut (2018, unveröffentlicht) – Aufteilung ETS und ESD von Hauke Herrmann, Lukas Emele und Carina Zell-Ziegler.

Abbildung 3-1: Treibhausgasemissionen 1990-2035



Anmerkung: Für diese und folgende Abbildungen gilt: Durchgezogene Linien stellen historische Verläufe dar, während gestrichelte Linien die Verläufe entsprechend dem Mit-Maßnahmen-Szenario des Projektionsberichts 2017 von Deutschland abbilden. Die Werte für 2017 basieren auf von Deutschland berichteten vorläufigen (Proxy-)Emissionen.

Quelle: (EEA 2018); (Bundesregierung 2017)

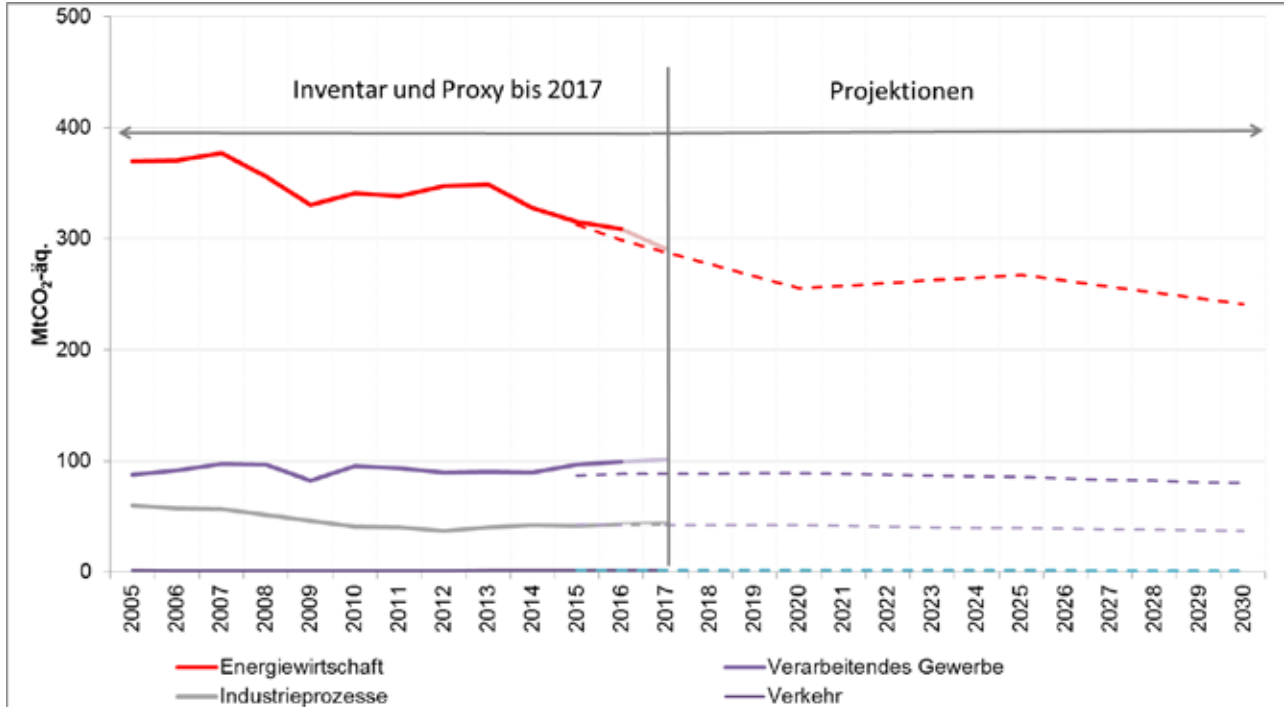
Die folgenden beiden Abbildungen zeigen die ETS- und ESD-Emissionen nach Inventar-Kategorien unterteilt. Diese Unterteilung leitet sich aus den ETS/ESD-Aufteilungen im Projektionsbericht ab (Bundesregierung 2017).

ETS-Emissionen fallen vor allem unter die Sektoren, die hier als „Energiewirtschaft“ zusammengefasst werden, also die Kategorien 1.A.1 und 1.B des Treibhausgasinventars (siehe Abbildung 3-2). Relevante ETS-Emissionsmengen treten außerdem im Verarbeitenden Gewerbe auf (Kategorie 1.A.2) und bei den Industrieprozessen (Kategorie 2). Eine sehr kleine Menge an ETS-Emissionen wird dem Verkehrssektor (1.A.3) zugewiesen, wobei es sich um Emissionen des Pipeline-Transport handelt. Der Europäische Emissionshandel umfasst auch den Flugverkehr, hier wird allerdings ausschließlich der stationäre Emissionshandel betrachtet. Bei diesen Zuordnungen ist zu berücksichtigen, dass es sich auch für die historischen Jahre nur um Abschätzungen handeln kann, da keine öffentlichen direkten Zuweisungen zwischen ETS-Emissionen und dem Treibhausgasinventarkategorien vorliegen.

Effort Sharing-Emissionen können mehreren Sektoren zugewiesen werden. In Deutschland stammen derzeit die meisten Effort Sharing-Emissionen aus dem Verkehrssektor (Inventarkategorie 1.A.3, aber ohne Flugverkehr). Der zweitwichtigste Sektor ist der als „Gebäudesektor“ beschriebene, der sich aus den Inventarkategorien 1.A.4 und 1.A.5 zusammensetzt und damit die Emissionen der Haushalte, des Sektors Gewerbe-Handel-Dienstleistung sowie anderer kleiner Quellen enthält. Ein weiterer wichtiger Sektor hinsichtlich der Emissionsmengen ist der Landwirtschaftssektor (Kategorie 3). Von den Emissionsmengen her vergleichbar mit den Landwirtschaftsemissionen ist die Summe der Effort-Sharing-Emissionen aus den Energie- und Industriesektoren, deren Emissionen zum großen Teil unter dem ETS erfasst werden. Während diese in Abbildung 3-3 ein-

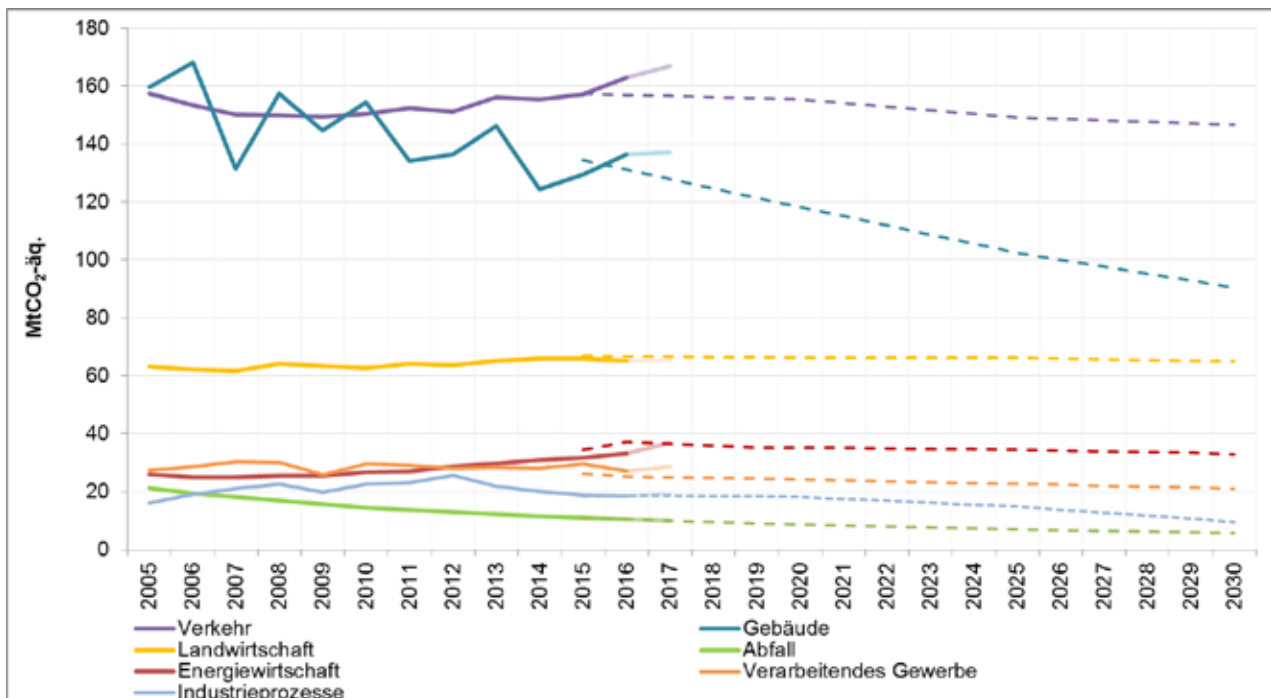
zeln dargestellt werden, sind sie in den nachfolgenden Abbildungen (z.B. Abbildung 3-4) unter „Industrie“ zusammengefasst. Der kleinste Teil der Effort Sharing-Emissionen stammt aus dem Abfallsektor (Kategorie 5).

**Abbildung 3-2: ETS-Trend 2005-2030**



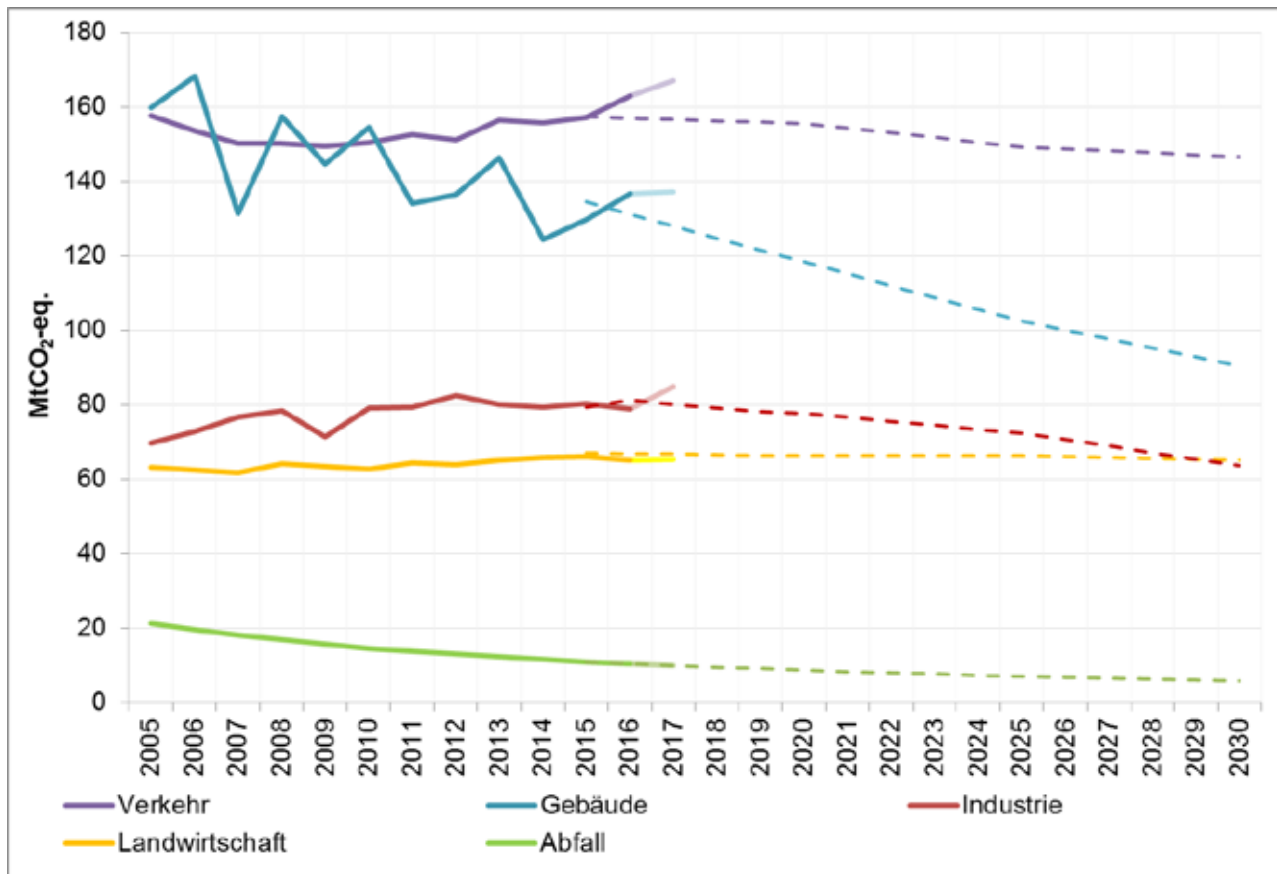
Quelle: (EEA 2018)

**Abbildung 3-3: Effort Sharing Trends 2005-2030**



Quelle: (EEA 2018)

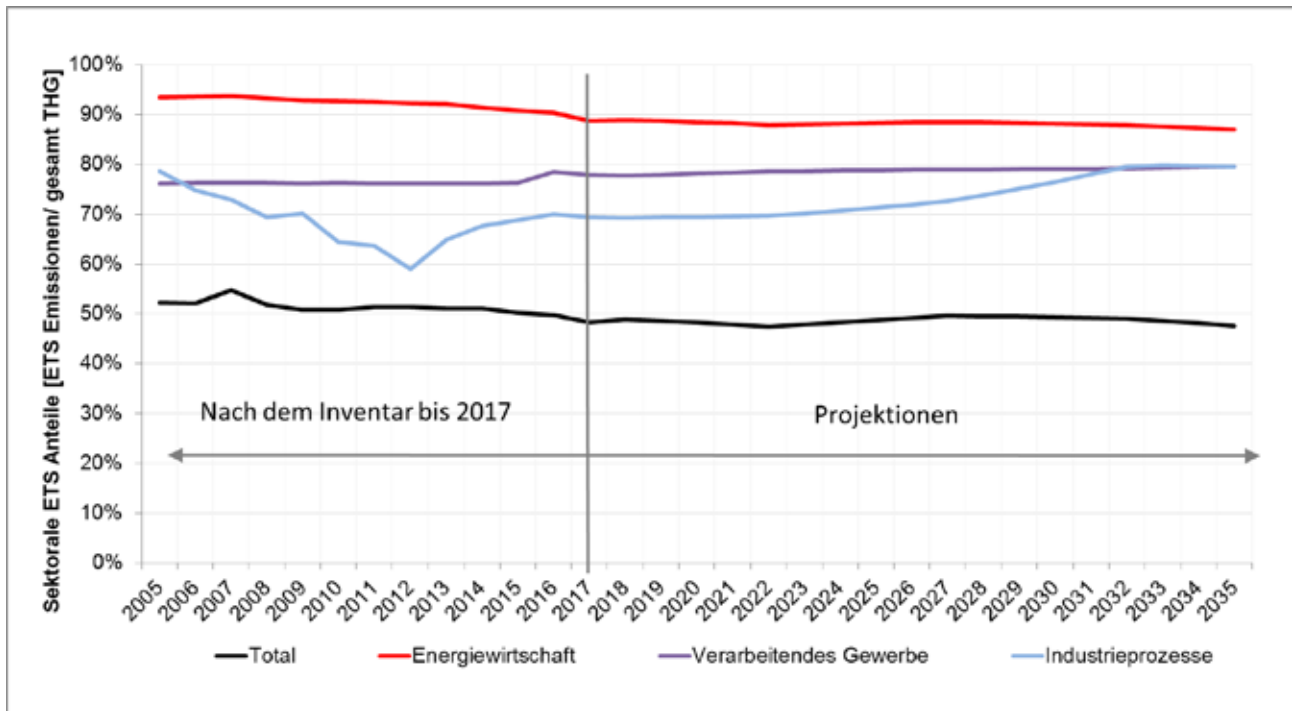
**Abbildung 3-4: Effort Sharing Trends 2005-2030 mit zusammengefasstem Industrie-Sektor**



Quelle: (EEA 2018)

Die Anteile der ETS-Emissionen in den Energie- und Industriesektoren sind in Abbildung 3-5 dargestellt. Im Verkehrssektor sind sie mit weniger als 1% sehr niedrig, im Gebäude-, Landwirtschafts- und Abfallsektor betragen sie 0%.

Abbildung 3-5: ETS-Anteile nach Sektoren

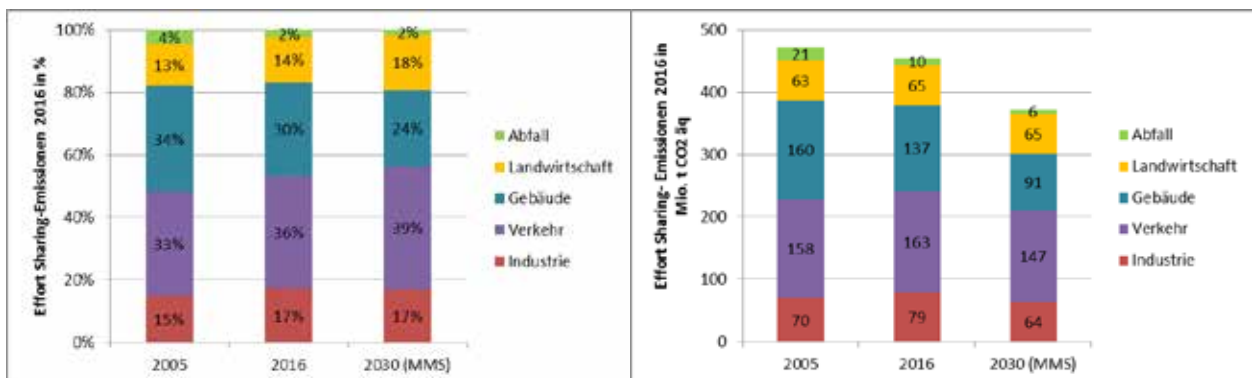


Quelle: (EEA 2018)

Deutlich wird die konstante Abnahme der ETS-Anteile in der Energiewirtschaft und die Annahme weiter steigender ETS-Anteile bei den Prozessemissionen nach den Ergebnissen des Projektionsberichtes.

Abbildung 3-6 stellt die Verteilung der Emissionen in den Emissionsbereichen unter der ESD in den Jahren 2005 und 2016 vergleichend dar. Dabei zeigt sich, dass die absoluten und prozentualen Emissionen in der Industrie und im Verkehrsbereich sowie in der Landwirtschaft gestiegen sind. Nach dem Mit-Maßnahmen-Szenario steigt der prozentuale Anteil beider Sektoren weiter an.

Abbildung 3-6: ESD-Emissionen 2005 und 2016 nach Sektoren

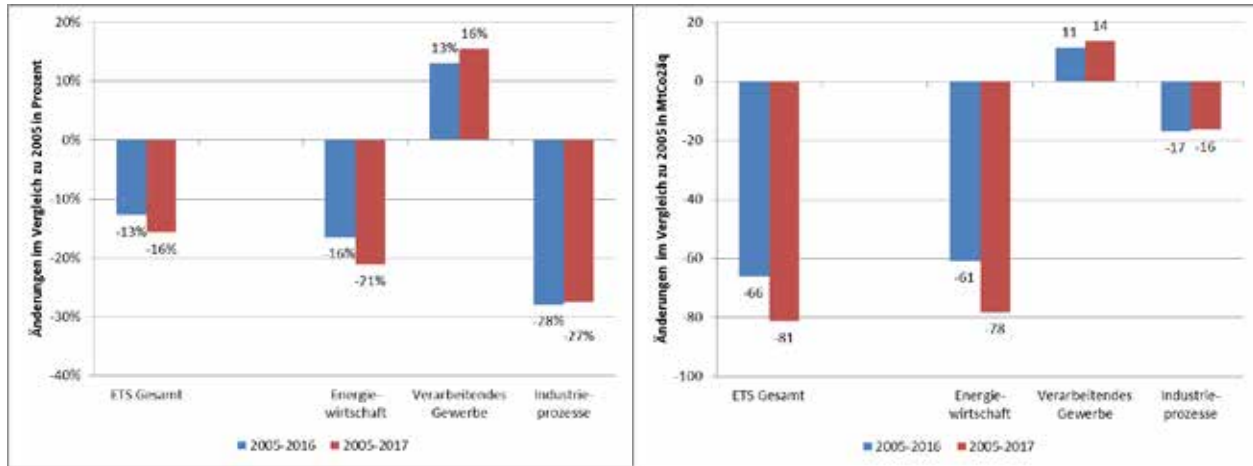


Quelle: (EEA 2018)

### 4. Sektorale Emissionsentwicklung unter dem ETS und der ESD in Deutschland

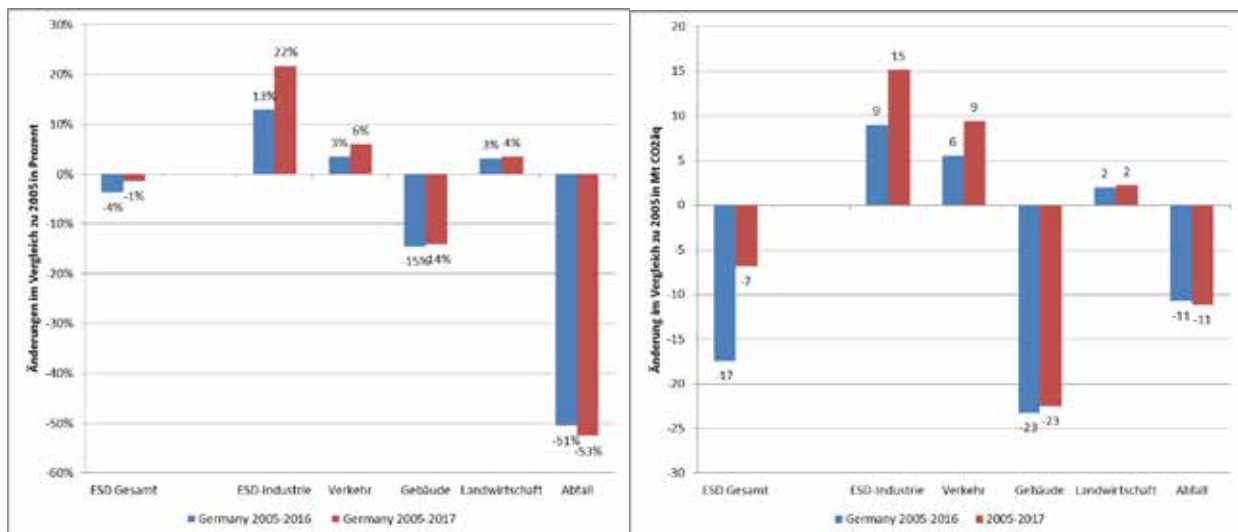
In den folgenden Abbildungen sind die historischen Entwicklungen im ETS- und ESD-Bereich vergleichend dargestellt.

Abbildung 4-1: ETS-Trends in Deutschland nach Sektoren



Quelle: (EEA 2018)

Abbildung 4-2: ESD-Trends in Deutschland nach Sektoren



Quelle: (EEA 2018)

Während im ETS-Bereich die Emissionen in 2016 um 66 Mio. t CO<sub>2</sub>äq. und im Jahr 2017 sogar um 81 Mio. t CO<sub>2</sub>äq. gegenüber dem Jahr 2005 sanken, betrug die Reduktion im ESD-Bereich nur 17 Mio. t CO<sub>2</sub>äq. in 2016 bzw. 7 Mio. t CO<sub>2</sub>äq. in 2017.

Die ESD-Emissionen sind prozentual und absolut seit 2005 vor allem im Industriebereich gestiegen, stärker noch als im Verkehr. Ein weiterer, wenn auch geringerer, Anstieg im ESD-Bereich fand in der Landwirtschaft statt.

Deutliche Reduktionen erfolgten vor allem in dem Teil der Energiewirtschaft, der vom ETS erfasst wird. Die Reduktionen in den Industrieprozessen im ETS-Bereich und bei den Gebäuden im ESD-

Bereich liegen auf ähnlicher absoluter Höhe und sind die zweitwichtigsten Beiträge zur Emissionsminderung.

Der Abfallbereich weist eine sehr hohe prozentuale Reduktion auf, wegen der Erfolge in der Minderung von Emissionen durch Deponierungen. Allerdings beträgt das absolute Niveau der Emissionsreduktion nur 11 Mio. t CO<sub>2</sub>äq. über den Zeitraum von 12 Jahren. Emissionen der Abfallverbrennung sind in den Sektoren 1A1 und 1A2 lokalisiert, sie werden allerdings grundsätzlich nicht durch den ETS erfasst. Durch die Entscheidung von China aus dem Jahr 2017, keinen Plastikmüll mehr zu importieren, ist jedoch in den kommenden Jahren mit einem Emissionsanstieg zu rechnen, wenn keine aktiven Maßnahmen zu dessen Reduktion durch Vermeidungs- und Recycling-Maßnahmen getroffen werden. Dieser anzunehmende Anstieg ist in den zukünftigen Emissionen der ESD-Industrie der THG-Projektionen des Jahres 2017 noch nicht berücksichtigt.

Besonders im Blick zu behalten ist auch die sich hier abzeichnende Tendenz in der Industrie, dem Geltungsbereich des Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz (TEHG) wo möglich durch Errichtung kleinerer Feuerungseinheiten unter 20 MW thermisch zu entweichen. Auch die Tendenz zu kleineren Kraftwerkseinheiten in der Energiewirtschaft, die positiv zu höherer Flexibilität regelbarer Energieträger beitragen kann, führt zu sinkenden ETS-Anteilen in der Energiewirtschaft. Als emissionssteigernd im ESD-Bereich ist besonders auch die stärkere Verwendung von Braunkohlestaub in industriellen Feuerungen zu nennen, sowie die Abfallverbrennung in Industriekraftwerken (beides wird unter der Kategorie 1A2 im Emissionsinventar erfasst und fällt damit unter den Bereich ESD-Industrie).

Diesen Entwicklungen im Industrie- wie im Abfallbereich muss durch effektive Maßnahmen begegnet werden, um den Anstieg der Emissionen umzukehren. Es ist mit Blick auf diese Untersuchung nicht von der Hand zu weisen, dass eine CO<sub>2</sub>-Bepreisung Emissionsreduktionen bewirkt, selbst wenn die Preise, wie unter dem ETS, noch als zu gering eingeschätzt werden. Eine Einbeziehung zusätzlicher Emissionsquellen als Opt-In Maßnahme unter dem TEHG ist deshalb in Betracht zu ziehen.

## 5. Entwicklung der ESD-Sektoren in anderen Ländern

In den folgenden Abbildungen werden die Emissionsentwicklungen in den ESD-Sektoren in den einzelnen Mitgliedsstaaten vergleichend dargestellt. Die Betrachtung in den Bildern erfolgt prozentual, die Emissionen des Jahres 2017 werden ins Verhältnis zu denen in 2005 gesetzt. Dabei ist aber zu bedenken, dass Deutschland nicht nur im ETS (25 %) sondern auch unter der ESD mit 18 % den höchsten Anteil an den Emissionen in der EU-28 im Jahr 2017 hat.

In den ersten beiden Bildern werden die Sektoren dargestellt, in denen die ESD-Emissionen in Deutschland gesunken sind, dem Abfall (Abbildung 5-1) und dem Gebäudesektor (Abbildung 5-2)<sup>4</sup>. Bemerkenswert ist die starke Reduktion im Abfallbereich um mehr als 50 %, die ähnlich auch in Belgien, den Niederlanden, Schweden und im Vereinigten Königreich zu beobachten ist. Die absolute Emissionsreduktion ist allerdings im Vereinigten Königreich mit 29 Mio. t CO<sub>2</sub> äq. deutlich höher als in Deutschland (11 Mio. t CO<sub>2</sub>äq.).

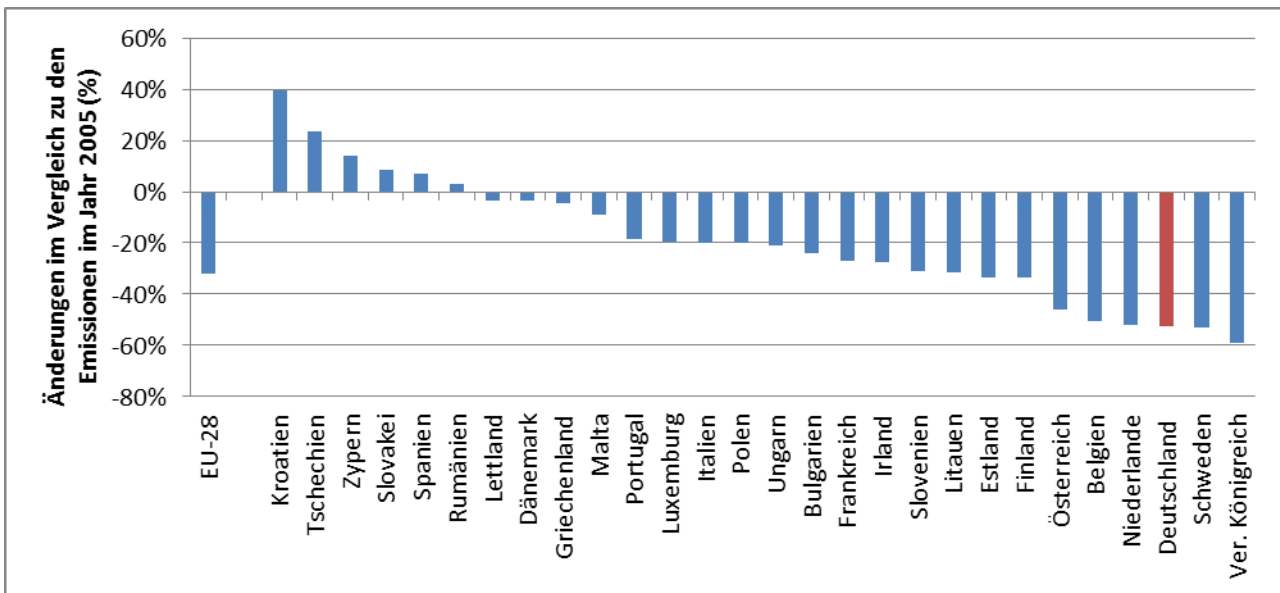
In beiden Sektoren sind in den meisten EU-Mitgliedsstaaten die Emissionen im betrachteten Zeitraum gesunken. Im Gebäudesektor weisen nur vier Länder Emissionsanstiege auf. In diesem Bereich ist der Temperatureinfluss sehr groß, so dass in den meisten Ländern ein Teil der Reduktionen auf Temperaturanstiege, also auf niedrigere Heizwärmebedarfe, zurück zu führen ist. In einem

<sup>4</sup> Gerade im EU-weiten Vergleich ist es wichtig zu verstehen, dass der „Gebäude“-Bereich sich zusammensetzt aus dem Haushalts- und Gewerbesektor.



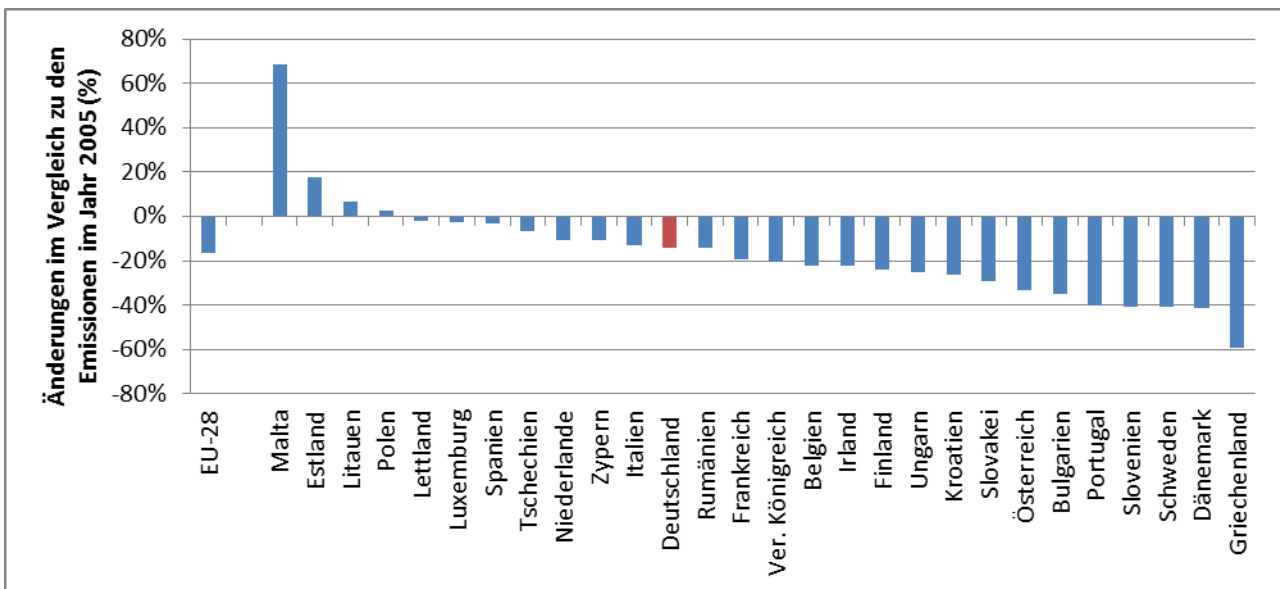
aktuellen Bericht des ETC/ACM (Gores 2018) wird dieser Einfluss qualitativ für ausgewählte Länder betrachtet (Belgien, Deutschland, Finnland, Irland, Malta, Polen).

**Abbildung 5-1: Änderungen der ESD-Emissionen im Abfallsektor (2017 ggü. 2005)**



Quelle: (EEA 2018)

**Abbildung 5-2: Änderungen der ESD-Emissionen im Gebäudesektor (2017 ggü. 2005)**

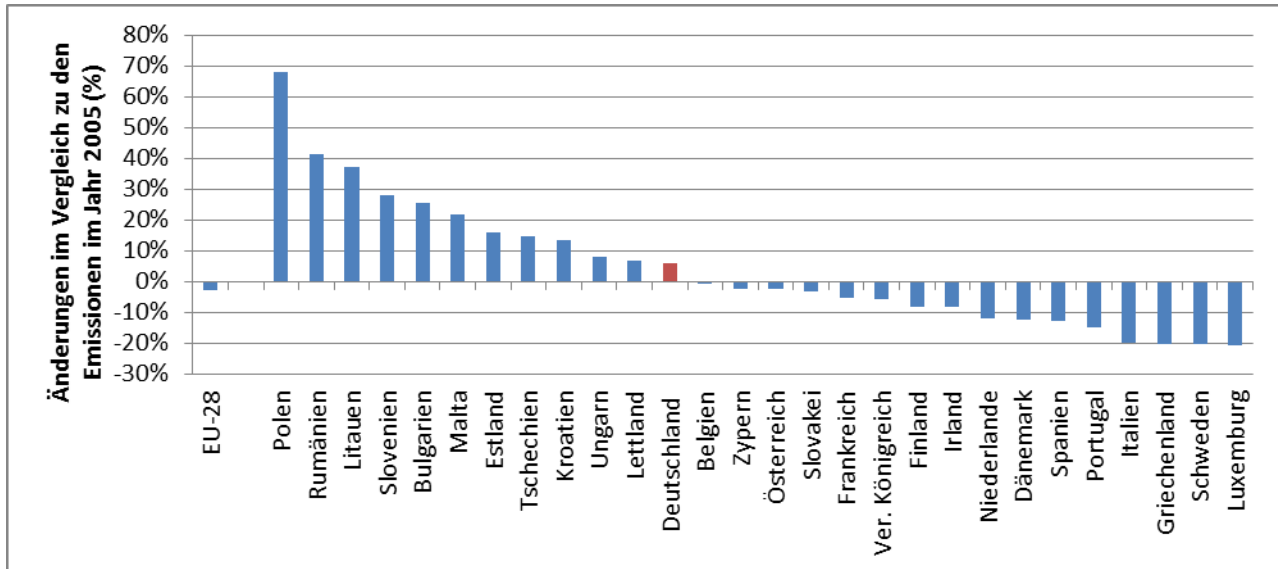


Quelle: (EEA 2018)

Im Verkehrssektor haben 15 Mitgliedsstaaten Emissionsminderungen erzielt. Deutschland ist mit einer Steigerung um 6% das einzige westeuropäische Land mit Emissionssteigerungen zwischen den Jahren 2005 und 2017 (Abbildung 5-3). Bei den hier nicht dargestellten absoluten Emissionssteigerungen nimmt Deutschland den zweiten Platz (nach Polen) ein. Im Landwirtschaftssektor sind die Emissionen im betrachteten Zeitraum in 12 Mitgliedsstaaten gesunken, während in

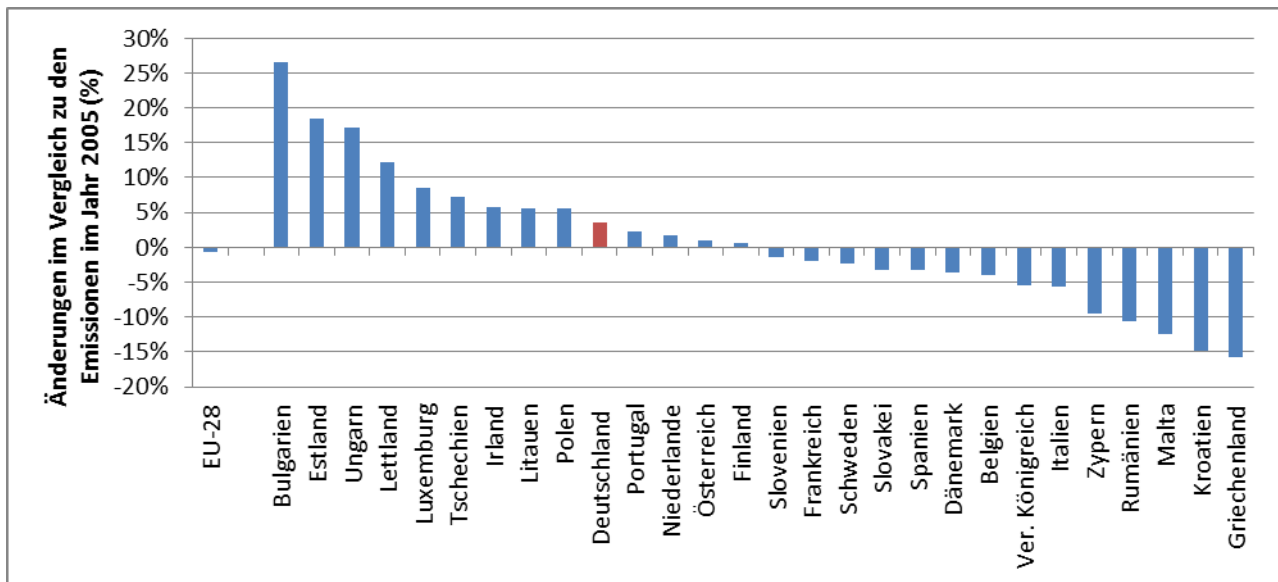
Deutschland die Emissionen um 4% gestiegen sind (Abbildung 5-4). Absolut betrachtet ist der Emissionszuwachs in Deutschland im Landwirtschaftsbereich am höchsten.

**Abbildung 5-3: Änderungen der ESD-Emissionen im Verkehrssektor (2017 ggü. 2005)**



Quelle: (EEA 2018)

**Abbildung 5-4: Änderungen der ESD-Emissionen im Landwirtschaftssektor (2017 ggü. 2005)**



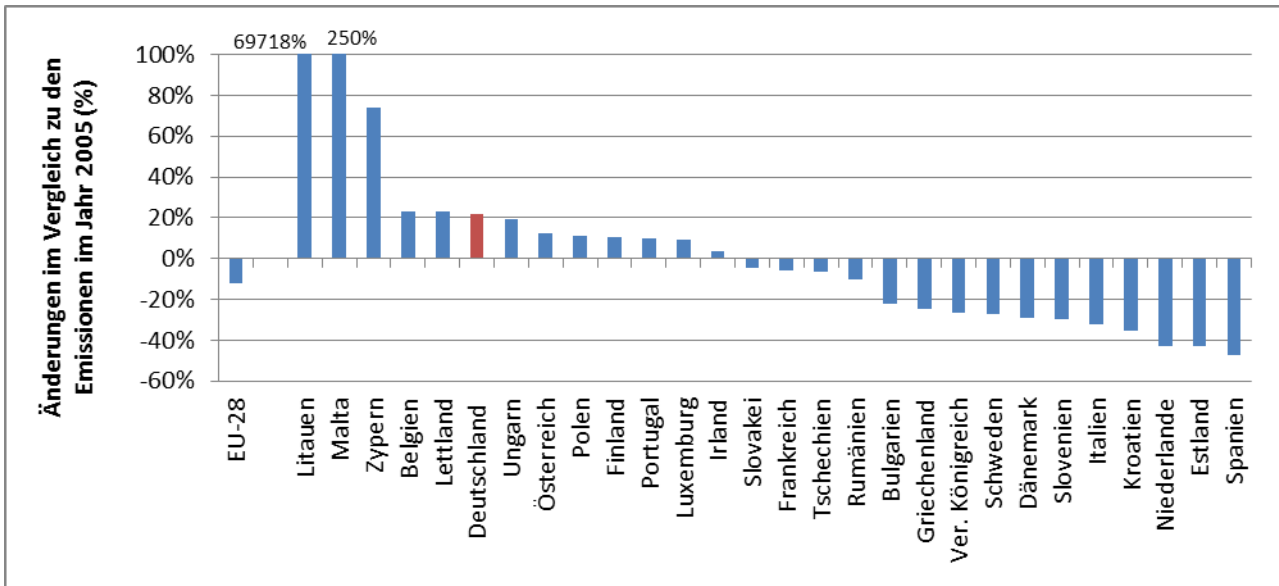
Quelle: (EEA 2018)

Im ESD-Industriebereich sind in 15 EU-Mitgliedsstaaten die Emissionen gesunken. In diesem Bereich steht Deutschland in der prozentualen Betrachtung an sechster Stelle der Länder mit Emissionsanstiegen, direkt nach deutlich kleineren Ländern, die teilweise auf Grund ihrer Größe bzw. der

des Sektors im Jahr 2005 extreme prozentuale Anstiege aufweisen (wie z.B. Litauen und Malta, s. Abbildung 5-5).

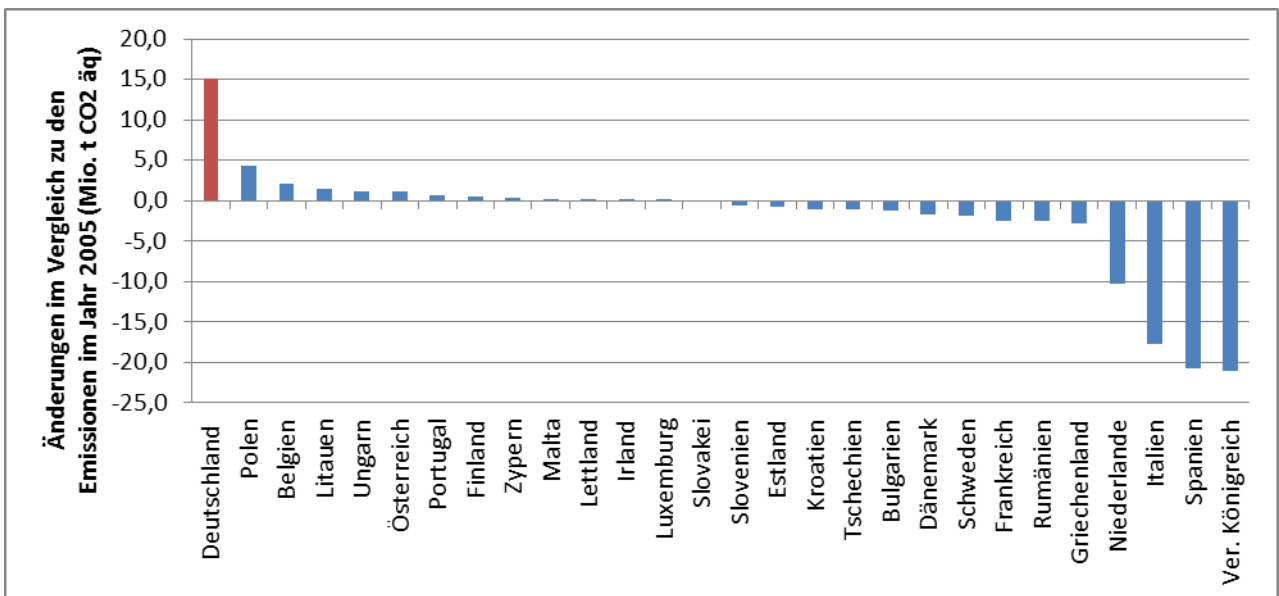
Während andere Länder mit hohen ESD-Emissionen, wie das Vereinigte Königreich, Spanien und Italien, deutliche Reduktionen in diesem Sektor aufweisen, werden diese durch die Emissionszuwächse in Deutschland teilweise kompensiert (s. Abbildung 5-6).

**Abbildung 5-5: Änderungen der ESD-Emissionen im Industrie-Sektor, prozentual (2017 ggü. 2005)**



Quelle: (EEA 2018)

**Abbildung 5-6: Änderungen der ESD-Emissionen im Industrie-Sektor, absolut (2017 ggü. 2005)**



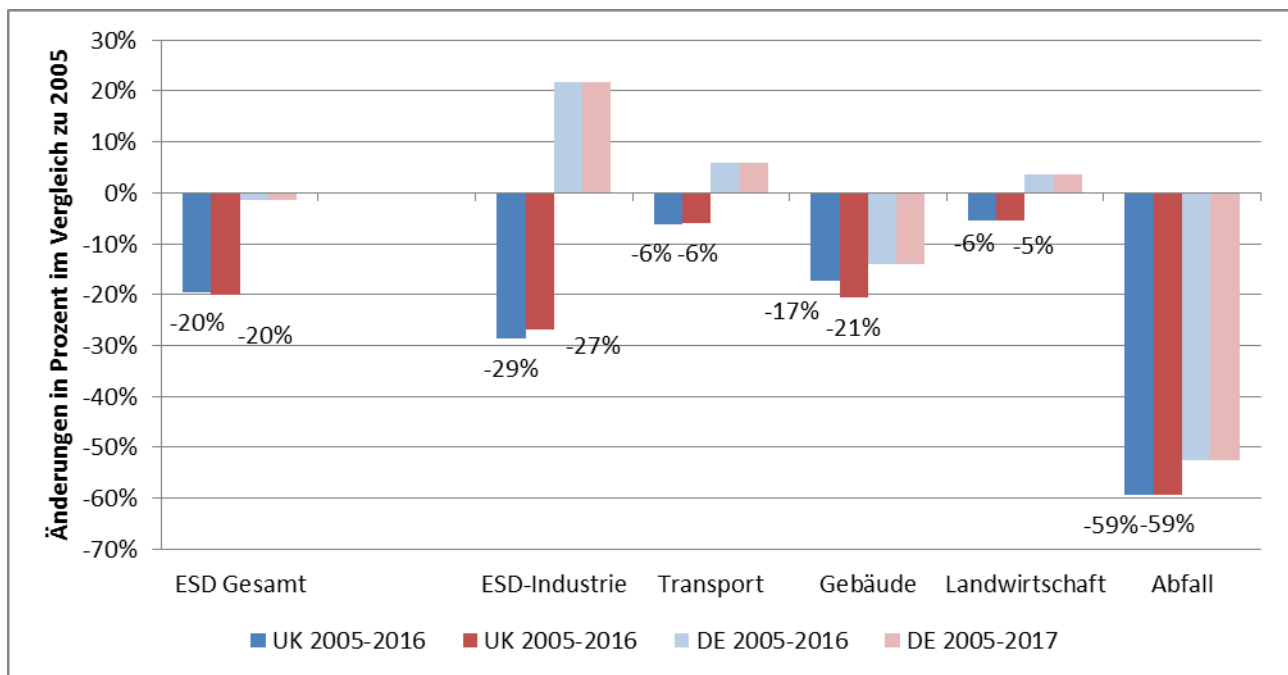
Quelle: (EEA 2018)

## 6. Fragen, die sich durch den Ländervergleich ergeben

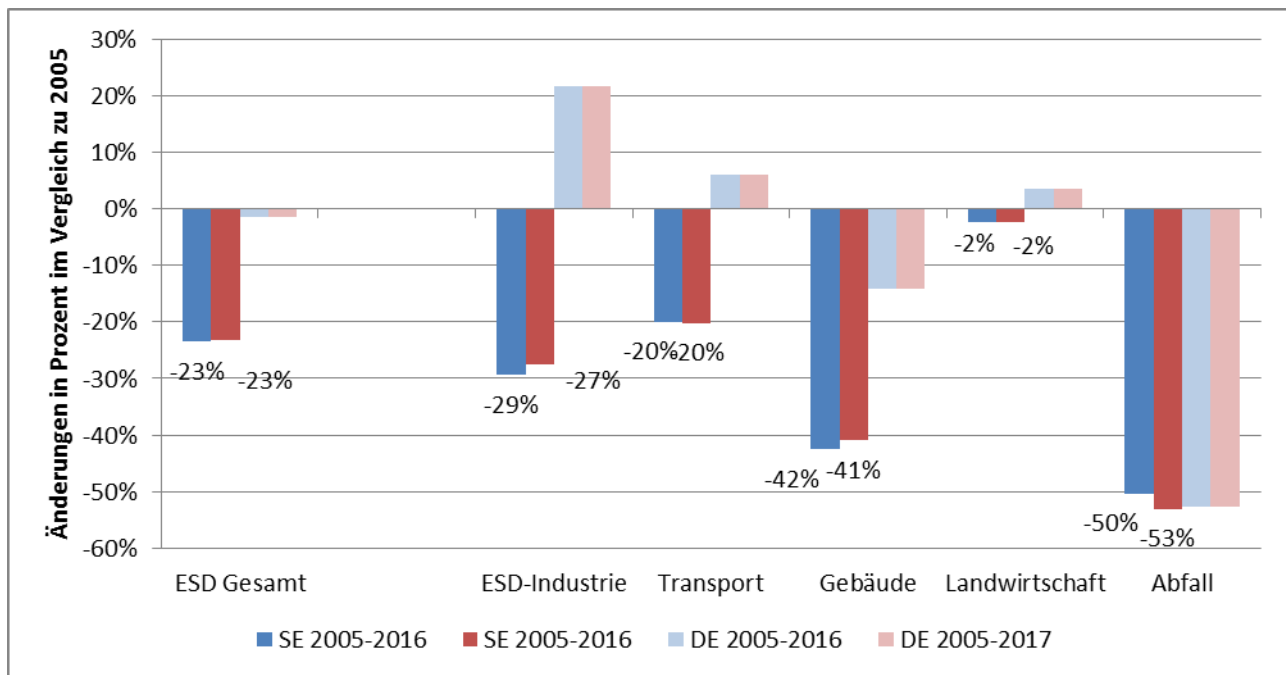
Für die Frage, was in anderen Ländern die Treiber für Emissionsreduktionen im ESD-Bereich sind, wird im ersten Schritt eine Auswahl an Nachbarländern getroffen, deren geographische und damit klimatische Lage, Landesgröße und Wirtschaftsleistung etwa vergleichbar ist oder die bereits deutliche Emissionsreduktionen im ESD-Bereich erreicht haben.

Dazu werden einerseits UK und Schweden betrachtet: Ihr kumulierter AEA-Überschuss nach den aktuellen EEA-Ergebnissen beträgt 56 % bzw. 115 % gegenüber ihren ESD-Basisjahremissionen (s. EEA Trends and Projections Report 2018).

**Abbildung 6-1: ESD-Trends nach Sektoren im Vereinigten Königreich im Vergleich zu Deutschland**



Quelle: (EEA 2018)

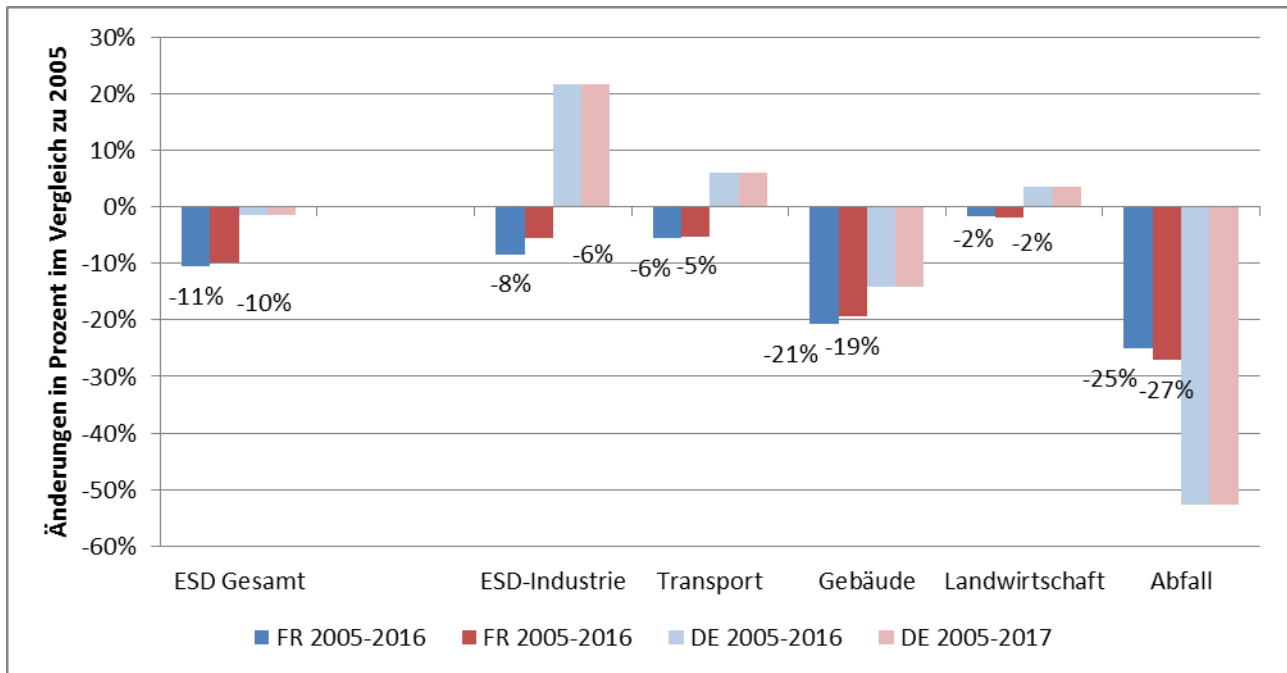
**Abbildung 6-2: ESD-Trends nach Sektoren in Schweden im Vergleich zu Deutschland**

Quelle: (EEA 2018)

Bei vergleichbar hohen Emissionsreduktionen im Abfallbereich wie Deutschland erreichten diese Länder im Gebäudebereich vergleichbare Reduktionen (UK) bzw. sogar deutlich höhere (Schweden). Im Gegensatz zu Deutschland sind die Verkehrsemissionen in Schweden um 20 % gesunken, in UK immerhin um 6 %. Auch konnten die Landwirtschaftsemissionen in beiden Ländern leicht gesenkt werden. Ein weiterer deutlicher Unterschied ist im ESD-Industriebereich zu beobachten: Während die Emissionen in Deutschland in diesem Bereich in 2017 um 22 % gestiegen sind, sanken diese in den beiden Ländern um knapp 30 % gegenüber 2005.

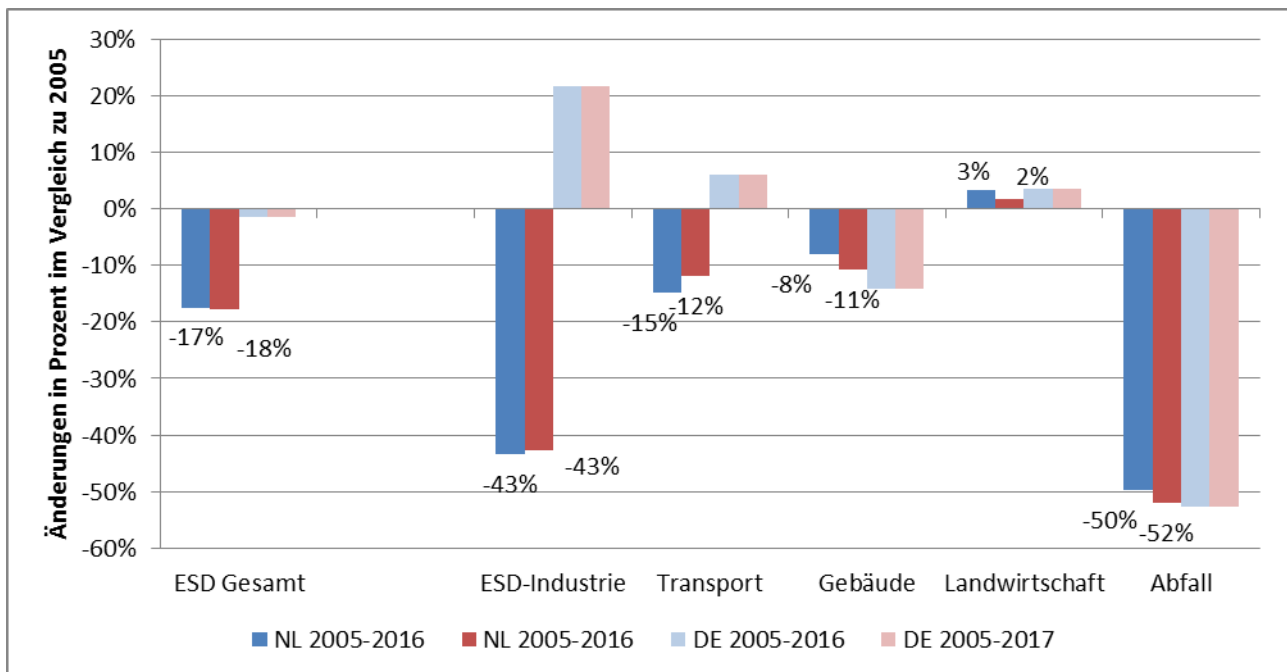
Etwa ähnliche Entwicklungen zu Schweden und UK zeigen sich in den Nachbarländern Frankreich und den Niederlanden (siehe Abbildung 6-3 und Abbildung 6-4).

Abbildung 6-3: ESD-Trends nach Sektoren in Frankreich im Vergleich zu Deutschland



Quelle: (EEA 2018)

Abbildung 6-4: ESD-Trends nach Sektoren in den Niederlanden im Vergleich zu Deutschland

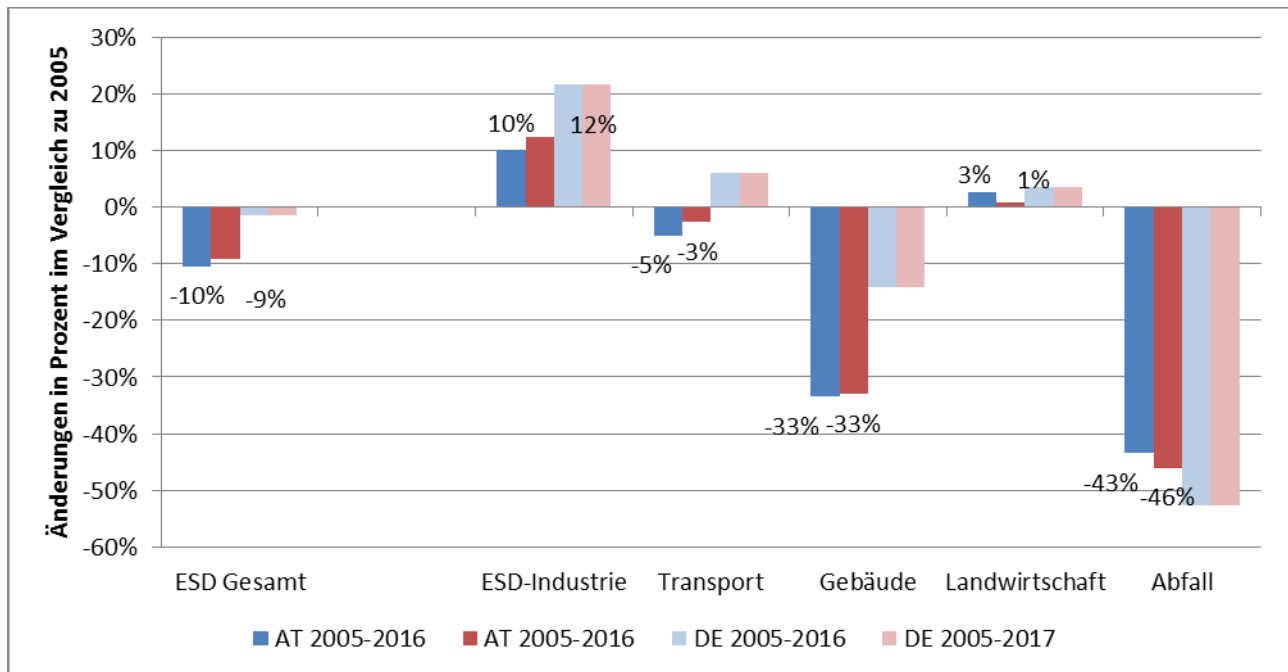


Quelle: (EEA 2018)

Im Gegensatz zu den zuvor genannten Ländern sind die Emissionsentwicklungen in Österreich und Polen etwa vergleichbar mit denen in Deutschland (s. Abbildung 6-5 und Abbildung 6-6): In beiden Ländern sind die ESD-Industrie Emissionen gestiegen, außerdem ist die Entwicklung der

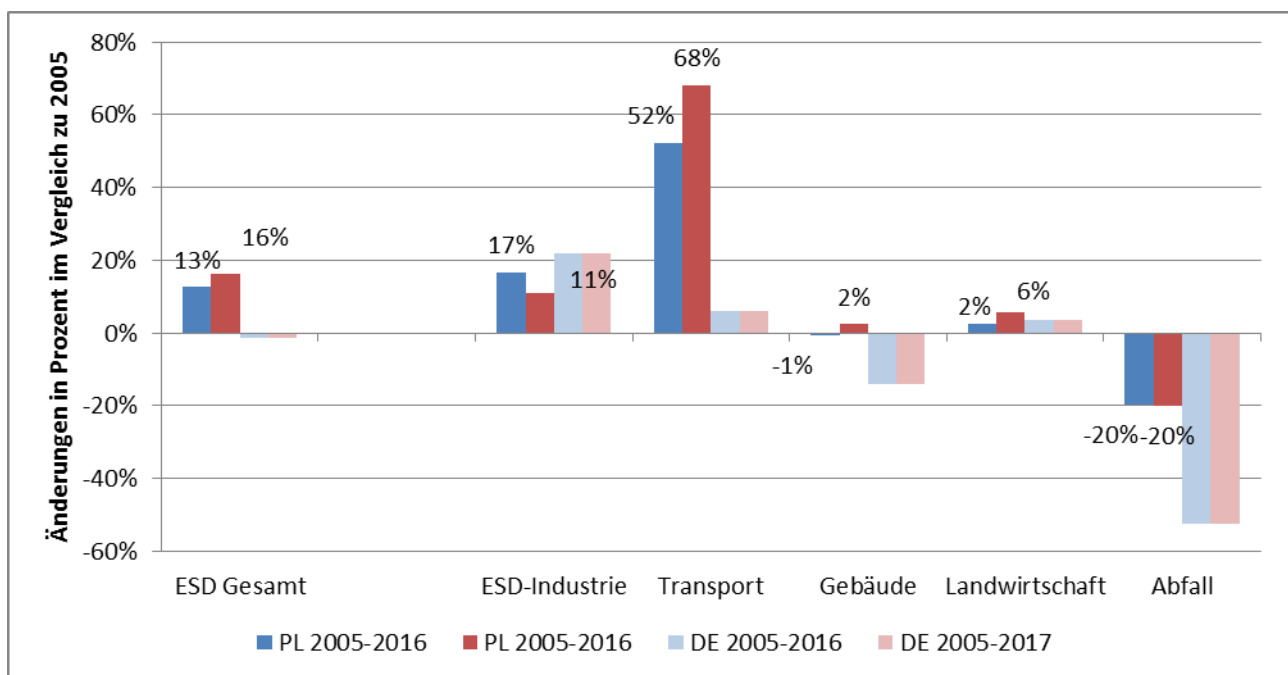
Landwirtschaftsemissionen ähnlich. Der Anstieg der Emissionen im Verkehrsbereich in Polen beruht vor allem auf einem methodischen Umbruch, der die aktuellen Emissionen nicht mit denen des Jahres 2005 vergleichbar macht. Im Gegensatz zu Deutschland hat Österreich allerdings Reduktionen im Verkehrssektor erzielen können.

**Abbildung 6-5: ESD-Trends nach Sektoren in Österreich im Vergleich zu Deutschland**



Quelle: (EEA 2018)

**Abbildung 6-6: ESD-Trends nach Sektoren in Polen im Vergleich zu Deutschland**



Quelle: (EEA 2018)

Nach der Betrachtung der sektoralen Entwicklung in diesen Ländern ergeben sich die folgenden Fragen, deren Beantwortung hilfreich für die Entwicklung von Politiken und Maßnahmen für den ESD-Bereich in Deutschland ist:

- Was waren die Anreize zur Senkung der Emissionen im Verkehrsbereich in den Niederlanden und Schweden?
- Was war der Anreiz zur Senkung der Emissionen im Gebäudebereich in Frankreich, Schweden und Dänemark<sup>5</sup>?
- Wie konnten die Emissionen in den Industriebereichen, die nicht vom ETS erfasst werden, in UK, Schweden, Frankreich und besonders in den Niederlanden gesenkt werden?

Im Folgenden wird die Beantwortung der Fragen für die entsprechenden Länder angerissen, eine vollständige Übersicht ist im Rahmen der Arbeiten hier nicht möglich. Im Verkehrsbereich scheinen vor allem steuerliche Maßnahmen zu Emissionsminderungen geführt zu haben, im Gebäudebereich die thermische Gebäudeisolierung sowie die Nutzung von nicht-fossilen Energieträgern, darunter vor allem Biomasse. Auch im Industriesektor griffen steuerliche Maßnahmen sowie die Einbeziehung der Emissionen der chemischen Industrie unter den ETS.

Neben spezifischen Datenquellen wurde insbesondere auf den folgenden Bericht zurückgegriffen: „Übersicht zu Emissionsminderungen und nationalen Klimapolitiken im Nicht-ETS-Sektor in der EU“ (Ecofys und Adelphi 2018). Dieser Bericht ist ein Produkt des BMU/EUKI-Projekts „Bridging European and Local Climate Action“ (BEACON). Kursiver Text im Folgenden weist auf direkte Zitate aus diesem Bericht hin.

## 6.1. Anreize im Verkehrsbereich in den Niederlanden und in Schweden

In den **Niederlanden** sind *Elektrofahrzeuge von der Mehrwertsteuer und der Kfz-Steuer befreit, Plug-in-Hybride (PHEV) erhalten eine 50 %-ige Steuerermäßigung. Die Versteuerung des geldwerten Vorteils bei Privatnutzung von Firmen-Pkw liegt für Besitzer von Elektrofahrzeugen statt bei 22 % bei 4 %.* (Ecofys und Adelphi 2018, Seite 18).

*Die Steuerermäßigungen bieten für Endkunden einen wichtigen Anreiz, Elektrofahrzeuge zu kaufen. Mit einem Anteil von 1,38 % (2016) am gesamten Fahrzeugbestand haben die Niederlande einen der höchsten Anteile von Elektrofahrzeugen an der Gesamtflotte in Europa.*

**Schweden** hat einen hohen Anteil an Dienstwagen. *Der geldwerte Vorteil, der durch die private Nutzung des Firmenwagens entsteht und versteuert werden muss, sinkt für umweltfreundlichere Fahrzeuge, die mit Biokraftstoffen betrieben werden. So ist der zu versteuernde geldwerte Vorteil für Fahrzeuge, die mit Ethanol (E85), Erd- oder Biogas betrieben werden, um 20 % geringer als für konventionell betriebene Fahrzeuge. Der zu versteuernde geldwerte Vorteil von Hybrid- oder Elektroautos ist um 60 % bzw. 80 % niedriger im Vergleich zu weniger umweltfreundlichen Fahrzeugen.*

Zusätzliche Effekte zur Emissionsreduktion in diesem Sektor werden der CO<sub>2</sub>-Steuer auf alle fossilen Energieträger zugewiesen, die in Abschnitt 6.3 beschrieben wird. *Im Straßenverkehr wird die Emissionsreduktion durch diese Steuer auf 10 % geschätzt.* Weitere Details dazu sind in einem Factsheet<sup>6</sup> des weiter oben genannten Projekts BEACON zu finden.

<sup>5</sup> Hier nicht im Detail betrachtet, Reduktionen liegen in ähnlicher Höhe wie in Schweden.

<sup>6</sup> <https://www.euki.de/wp-content/uploads/2018/09/fact-sheet-company-car-taxation-se.pdf>



Die verstärkte Nutzung emissionsarmer Energieträger im Verkehr lässt sich auch an den Zahlen zum Erneuerbaren-Anteil laut Eurostat SHARES ablesen: Dieser nahm von etwa 6 % im Jahr 2005 auf über 30 % im Jahr 2016 zu, der Löwenanteil kommt dabei aus flüssigen Biokraftstoffen, relevante Anteile an Biogas sowie Elektromobilität kommen hinzu.

In Schweden sanken die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen von PKW-Neuzulassungen kontinuierlich seit 2010 von 151 gCO<sub>2</sub>/km auf 122 gCO<sub>2</sub>/km in 2017. In Deutschland sind sie von 151 auf 127 gCO<sub>2</sub>/km gesunken, in den Niederlanden von 135 auf 108 gCO<sub>2</sub>/km, wobei die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen in diesen beiden Ländern von 2016 auf 2017 wieder angestiegen sind<sup>7</sup>.

## 6.2. Anreize im Gebäudebereich in Frankreich, Schweden und Dänemark

In **Frankreichs** Siebtem Nationalbericht<sup>8</sup> unter der UNFCCC von Dezember 2017 werden die Gründe für die Emissionsreduktion im Gebäudesektor beschrieben. Als ein Hauptgrund werden Vorschriften für die thermische Gebäudeisolierung in Neubauten genannt. Ein weiteres Beispiel sind Steuererleichterungen für Investitionen in Energieeffizienz in Wohnhäusern. Weitere Informationen zu dieser Maßnahme sind in einem Factsheet<sup>9</sup> des BMU/EUKI-Projekts „Bridging European and Local Climate Action“ zusammengefasst.

Schließlich wird im Nationalbericht auch auf Änderungen im Energiemix hingewiesen – auf die Abnahme bei Heizöl und Zunahme bei Gas und Strom. Laut der „Shares“-Datensammlung von EUROSTAT<sup>10</sup> hat sich zwischen 2005 und 2016 der Beitrag von Wärmepumpen zur Wärmeversorgung verzehnfacht.

In **Schweden** hat die Nutzung fester Biomasse (Holz) in den letzten Jahren deutlich zugenommen (sowohl Direktnutzung als auch Fernwärme). Außerdem wurde ein erheblicher Zuwachs bei Wärmepumpen verzeichnet (Quelle: EUROSTAT Shares).

Durch eine Reihe von Maßnahmen und Anreize konnte der Anteil fossiler Energieträger im Wärmesektor auf unter 5 % reduziert werden<sup>11</sup>. Der Ausbau der Fernwärme und die Installation von Wärmepumpen werden durch nationale und städtische Initiativen unterstützt. Außerdem bestehen Auflagen zur Energieeffizienz von Gebäuden, die über die Anforderungen der EU-Richtlinie 2010/31/EU hinausgehen.

Weitere Effekte zur Emissionsreduktion in diesem Sektor werden der CO<sub>2</sub>-Steuer auf alle fossilen Energieträger zugewiesen.

In **Dänemark** erfolgte von 2005 bis 2016 eine Verdopplung der erneuerbaren Fernwärme. Dies hängt einerseits mit der Umrüstung von Kohlekraftwerken auf Biomasse zusammen, andererseits mit dem Ausbau dezentraler Wärmenetze, basierend auf Holz(pellets), Biogas und Solarthermie. Wesentliche Maßnahmen sind hier das Verbot von reinen Kondensationskraftwerken und das Verbot von Öl- und Gaskesseln<sup>12</sup>.

<sup>7</sup> <https://www.eea.europa.eu/highlights/no-improvements-on-average-co2/>

<sup>8</sup> [https://cop23.unfccc.int/sites/default/files/resource/901835\\_France-NC7-2-NC%20-%20FRANCE%20%20-%20EN%20-VF15022018.pdf](https://cop23.unfccc.int/sites/default/files/resource/901835_France-NC7-2-NC%20-%20FRANCE%20%20-%20EN%20-VF15022018.pdf), Seite 50

<sup>9</sup> <https://www.euki.de/wp-content/uploads/2018/09/fact-sheet-energy-transition-tax-credit-fr.pdf>

<sup>10</sup> <https://ec.europa.eu/eurostat/de/web/energy/data/shares>

<sup>11</sup> <https://www.sei.org/publications/swedish-heat-energy-system-new-tensions-and-lock-ins-after-a-successful-transition/>

<sup>12</sup> [https://www.bhkw-infozentrum.de/statement/heizoelkessel\\_und\\_erdgasheizkessel\\_sind\\_seit\\_januar\\_in\\_daenemark\\_verboten.html](https://www.bhkw-infozentrum.de/statement/heizoelkessel_und_erdgasheizkessel_sind_seit_januar_in_daenemark_verboten.html)

Als weitere Maßnahmen im Gebäudesektor ist die öffentlich zugängliche Datenbank für Gebäudeenergieausweise<sup>13</sup> zu nennen, die einen Beitrag zu Transparenz und Bewusstseinsbildung leisten konnte.

### 6.3. Anreize/Faktoren in den Industriebereichen in UK, Schweden, Frankreich und in den Niederlanden

Im **Vereinigten Königreich** hat sich laut „EUROSTAT Shares“ in der Industrie der Einsatz von fester Biomasse zwischen 2005 und 2016 verzehnfacht, außerdem gab es ein deutliches Wachstum bei den biogen betriebenen Autoproducer-KWK-Anlagen.

Als wichtige Maßnahme kann die „Climate Change Levy“ (CCL) genannt werden, eine Steuer auf den Elektrizitätsverbrauch (ohne Erneuerbare und KWK). Sogenannte „Climate Change Agreements“ bieten einen Anreiz in einzelnen Industriesektoren, die Energieeffizienz zu erhöhen bzw. CO<sub>2</sub>-Emissionen weiter zu senken, indem bei Erfüllung der Voraussetzungen die CCL reduziert wird<sup>14</sup>.

In **Frankreich** kam es nach 2008 zu einer starken Abnahme der Emissionen im Industriebereich. Im Siebten Nationalbericht werden neben der Wirtschafts- und Finanzkrise 2008 die Verbesserung der Energieeffizienz und der Kohlenstoffeffizienz genannt. Als konkrete Maßnahme wird die Reduktion von N<sub>2</sub>O-Emissionen bei der Herstellung von Salpetersäure und Adipinsäure angeführt. Diese Maßnahmen begannen jedoch schon vor 2005 und wurden auch in Deutschland bereits durchgeführt.

In **Schweden** wurde 1991 eine CO<sub>2</sub>-Steuer eingeführt, die auf alle fossilen Energieträger erhoben wird. *Mittlerweile stellt sie das stärkste CO<sub>2</sub>-Preissignal der Welt dar und bepreist im Industrie-, Gebäude (Wärme) und Verkehrssektor Energieemissionen, die nicht vom EU ETS abgedeckt sind. Die CO<sub>2</sub>-Steuer hat stark zur beinahe vollständigen Dekarbonisierung des schwedischen Wärmesektors beigetragen und, trotz einer niedrigeren Steuerrate, auch auf die Industrie gewirkt, v.a. durch eine starke Senkung der Emissionsintensität.*

Weitere Informationen sind in einem separaten Factsheet<sup>15</sup> aus dem BEACON-Projekt verfügbar.

*Außerdem konnte bei Kleinen und Mittleren Unternehmen (KMU) durch ein Zuschusssystem und die dadurch finanzierten Audits der Energieverbrauch gesenkt werden. KMU mit einem Energieverbrauch von mindestens 300 MWh pro Jahr können seit 2010 finanzielle Zuschüsse für Energieaudits beantragen. Eine Evaluierung basierend auf Audits in den Jahren 2010 bis 2012 ergab, dass Unternehmen ihren Energiebedarf durch die Audits um rund 20 % senken konnten.*

In den **Niederlanden** besteht eine Besonderheit darin, dass ein Großteil der Prozessemissionen in der chemischen Industrie anfällt. N<sub>2</sub>O-Emissionen aus der Salpetersäure- und Caprolactamherstellung sind für rund 10 % der Treibhausgasemissionen des Sektors verantwortlich, im Jahr 2005 war der Anteil noch höher. Die bedeutende Emissionsreduktion nach 2005 ist zum überwiegenden Teil durch die Reduktion von N<sub>2</sub>O-Emissionen aus der Salpetersäureherstellung zu erklären<sup>16</sup>. Die Niederlande gehörten neben Österreich, Italien, Norwegen und dem Vereinigten Königreich zu den Ländern, die die meisten N<sub>2</sub>O-Emissionen aus der Produktion von Adipin-, Salpeter- und anderen Säuren bereits in der zweiten ETS-Handelsperiode, also seit 2008, freiwillig einbezogen haben

<sup>13</sup> <https://www.euki.de/wp-content/uploads/2018/09/fact-sheet-energy-performance-certificate-database-dk.pdf>

<sup>14</sup> <https://www.euki.de/wp-content/uploads/2018/09/fact-sheet-climate-change-agreements-uk.pdf>

<sup>15</sup> <https://www.euki.de/wp-content/uploads/2018/09/fact-sheet-carbontax-se.pdf>

<sup>16</sup> <https://unfccc.int/documents/65703>, Seite 151

(EEA 2017). Erst seit Beginn der dritten ETS-Handelsperiode im Jahr 2013 sind Emissionen aus diesen Prozessen auch in allen Ländern abgabepflichtig unter dem ETS.

## Literaturverzeichnis

- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) (2016): Klimaschutzplan 2050. Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung, Berlin. Verfügbar unter [https://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan\\_2050\\_bf.pdf](https://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf), zuletzt abgerufen am 29.07.2018.
- Bundesregierung (2017): Projektionsbericht 2017 für Deutschland. gemäß Verordnung (EU) Nr. 525/2013. Verfügbar unter [http://www.bmub.bund.de/themen/klima-energie/klimaschutz/klima-klimaschutz-download/artikel/projektionsbericht-der-bundesregierung-2017/?tx\\_ttnews%5BbackPid%5D=217](http://www.bmub.bund.de/themen/klima-energie/klimaschutz/klima-klimaschutz-download/artikel/projektionsbericht-der-bundesregierung-2017/?tx_ttnews%5BbackPid%5D=217), zuletzt abgerufen am 08.09.2017.
- Ecofys und Adelphi (2018): Übersicht zu Emissionsminderungen und nationalen Klimapolitiken im Nicht-ETS Sektor in der EU. Für: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU). Ecofys und Adelphi. Verfügbar unter <https://www.euki.de/wp-content/uploads/2018/09/ubersicht-emissionsminderungen-natklimapolitiken-nicht-ets-sektor-eu-1.pdf>, zuletzt abgerufen am 30.10.2018.
- EEA (2018): Trends and projections in Europe 2018. Tracking progress towards Europe's climate and energy targets (EEA Report 16/2018). Copenhagen: European Environment Agency (EEA). Verfügbar unter <https://www.eea.europa.eu/publications/trends-and-projections-in-europe-2018>, zuletzt abgerufen am 30.10.2018.
- EU (2018). Regulation of the European Parliament and of the Council on binding annual greenhouse gas emission reductions by Member States from 2021 to 2030 contributing to climate action to meet commitments under the Paris Agreement and amending Regulation (EU) No 525/2013 (2018).
- European Environment Agency (EEA) (2017): Estimate of historical emissions for stationary installations to reflect the current scope of the EU ETS (2013-2020). Verfügbar unter [http://acm.eionet.europa.eu/reports/docs/ETCACM\\_TP\\_2017\\_11\\_estim\\_refl\\_ETS\\_scope.pdf](http://acm.eionet.europa.eu/reports/docs/ETCACM_TP_2017_11_estim_refl_ETS_scope.pdf), zuletzt abgerufen am 30.10.2018.
- European Union (EU) (2009). Decision No 406/2009/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the effort of Member States to reduce their greenhouse gas emissions to meet the Community's greenhouse gas emission reduction commitments up to 2020 (OJ L 140, 05.06.2009, S. 136). Verfügbar unter <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0136:0148:EN:PDF>, abgerufen am 05.08.2014.
- Gores, Sabine (2018): Emission trends under the Effort Sharing legislation. An analysis of sectoral trends covered by the Effort Sharing legislation (ETC/ACM, Hrsg.) (Eionet Report-ETC/ACM 2018/11). Verfügbar unter [https://acm.eionet.europa.eu/reports/docs/EIONET\\_Rep\\_ETCACM\\_2018\\_11\\_ESD\\_trends.pdf](https://acm.eionet.europa.eu/reports/docs/EIONET_Rep_ETCACM_2018_11_ESD_trends.pdf), zuletzt abgerufen am 22.11.2018.
- Gores, Sabine & Graichen, Jakob (2018): Abschätzung des erforderlichen Zukaufs an Annual Emission Allowances bis 2030. Verfügbar unter <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Abschaetzung-des-Zukaufs-von-AEA-bis-2030.pdf>, zuletzt abgerufen am 31.08.2018.